

PDH7-333472

File: Jun. 6, 1994
Priority:

Disclos. : Dec. 22, '95
Examination: Not req.

Assign. : CANON

14 Claims

Title: Method for Aligning & Fixing the
Height of Optical Elements, Material for Fixing, and Optical Module
containing Optical Device and
Optical Fiber

Look at Fig. 1 and 2.

1: laser diode (LD). This is die-bonded
to subcarrier 4,

2: optical fiber with semispherical shape
head

3: optical fiber support with V-groove

4: subcarrier

5: solder

6: plating portion of optical fiber

7 (A, A): non contact optical probe for
height gauge

8: level block

Height difference from top of LD to optical axis of it is known with $\pm 0.1 \mu\text{m}$ accuracy and same from top of 3 to optical axis of optical fiber resting on the V-groove can be measured as dimension of V-groove and fiber are known.

So, height (from surface 4a) of optical axis of LD and axis of optical fiber can

be obtained.

Outside diameter of optical fiber is known as $125 \pm 5 \mu\text{m}$, and dimensional accuracy of 3 is $\pm 10 \mu\text{m}$.

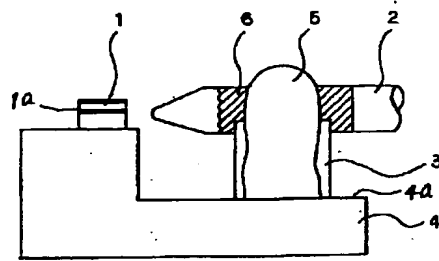
Various optical fiber support which have various height (within above accuracy) are prepared, and best combination of particular optical fiber plus particular fiber support is selected for each particular LD with sub career set.

So, no position change of fiber head will occur when the optical fiber is soldered and fixed to the fiber support, even solder shrinks by coagulation.

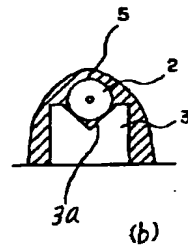
Many variations are proposed in this patent.

No mentioning at all about an alignment by monitoring of actual laser output.

【図1】



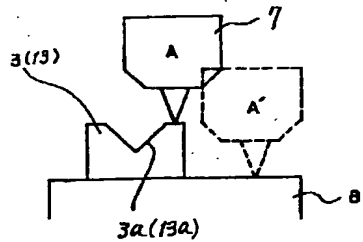
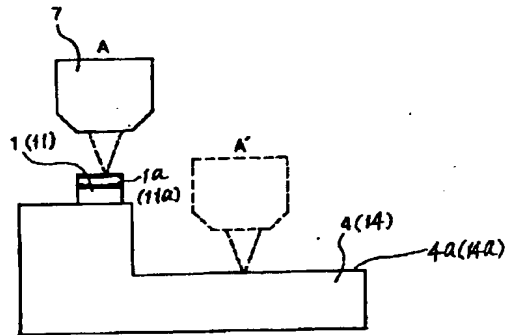
(a)



(b)

- 1 LD、 2 先端光ファイバ
 3 光ファイバ用固定台
 4 サブキャリア、 5 半田
 6 金属メッキ部

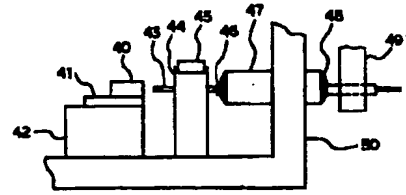
【図2】



(b)

- 7 光プローブ
8 定盤

【図6】



- 40 半導体レーザー、 41 ヒートシンク
42 半導体レーザー固定台
43 光ファイバ
44 光ファイバ固定台
45 金属融着材料のペレット
46 スリーブ、 47 波導部
48 金属融着材料、 49 ペレット
50 パッケージ

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-333472

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/42				
H 0 1 S 3/18				

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平6-147200

(22)出願日 平成6年(1994)6月6日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 小楠 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 広木 珠代

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 野尻 英章

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

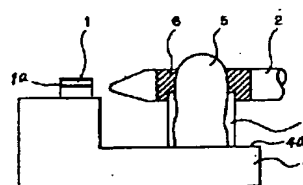
(74)代理人 弁理士 加藤 一男

(54)【発明の名称】 光学部品の高さ調整固定法、固定用部材、及び光デバイスと光ファイバとが組み込まれた光モジュール

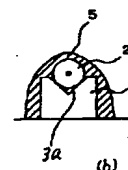
(57)【要約】

【目的】 固定作業の衝撃にも光学部品の位置がズレることがない光学部品の高さ調整固定法、固定用部材、及び光デバイスと光ファイバとが組み込まれた光モジュールである。

【構成】 光素子1の光導波路1aとファイバ2が光学的に結合するモジュールにおいて、光導波路1aの光素子1の底面からの高さの偏差に対応する光ファイバ用固定台3を複数種用意する。個々の偏差に対応した適切な光ファイバ用固定台3を用い、半田5などで光ファイバ2を最適な高さに調整・固定する。



(a)



(b)

- 1 LD、 2 光ファイバ
- 3 光ファイバ用固定台
- 4 サブキャリア、 5 半田
- 6 金属部材

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光素子の光導波路とファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、光導波路の光素子の底面からの高さの偏差に対応する光ファイバ用固定台を複数種用意し、個々の偏差に対応した適切な光ファイバ用固定台を用いることで光ファイバを最適な高さにすることを特徴とする高さ調整固定法。

【請求項2】 前記光ファイバが先球加工された光ファイバであることを特徴とする請求項1記載の高さ調整固定法。

【請求項3】 光ファイバの高さ調整するための光ファイバ用固定台がV溝を有することを特徴とする請求項1記載の高さ調整固定法。

【請求項4】 前記光ファイバと光ファイバ用固定台を半田で固定することを特徴とする請求項1記載の高さ調整固定法。

【請求項5】 前記光ファイバと光ファイバ用固定台をレーザ溶接で固定することを特徴とする請求項1記載の高さ調整固定法。

【請求項6】 前記光ファイバ用固定台は剛体でできていることを特徴とする請求項1記載の高さ調整固定法。

【請求項7】 光素子の光導波路とファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、光導波路の光素子の底面からの高さの偏差に対応する適切な光ファイバ用固定台を用いることで光ファイバを最適な高さに固定することを特徴とする光モジュール。

【請求項8】 光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、レンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材を用い、該固定用の部材は少なくとも2つの部品から構成され、それぞれの固定用の部品の接触面は基体に対して傾いており、該接触面のすり合わせによって両固定用の部品の関係を規定することで固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さが連続的に変化できることを特徴とする高さ調整固定法。

【請求項9】 傾きを持った面に、傾いた方向と平行に矩形のガイド溝が形成されており、傾斜面における両固定用の部品の相対的移動はガイド溝に沿って行われることを特徴とする請求項8記載の高さ調整固定法。

【請求項10】 傾きを持った面に、傾いた方向と平行にV形状のガイド溝が形成されており、傾斜面における両固定用の部品の相対的移動はV形状ガイド溝に沿って行われることを特徴とする請求項8記載の高さ調整固定法。

【請求項11】 基体に固定される固定用の部品の傾斜面の一部と、もう一つの固定用の部品の傾斜面とは別の一面との二面でV形状のガイド溝を構成し、光学部品或は光ファイバの固定に利用することを特徴とする請求項8記載の高さ調整固定法。

【請求項12】 光素子の光導波路と光ファイバが光学

的に結合する光モジュールにおいて、レンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材で、少なくとも2つの部品から構成され夫々の固定用の部品の接触面は基体に対して傾いている固定用部材を用意し、基板上で両固定用の部品を水平方向に動かして光学部品或は光ファイバの水平方向の位置を調整し、その後、該調整された水平方向位置において、一方の固定用の部品の水平方向の位置を固定しておいて該接触面をすり合わせることで両固定用の部品の関係を規定して、固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さを連続的に変化させることで、光学部品或は光ファイバの高さ方向の位置を調整することを特徴とする高さ調整固定法。

【請求項13】 光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合する光モジュールを構成するレンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材であって、少なくとも2つの部品から構成され、夫々の固定用の部品の接触面は傾斜面になっており、一方の固定用の部品の水平方向の位置を固定しておいて該接触面をすり合わせることで両固定用の部品の関係を規定して、固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さを連続的に変化させられることを特徴とする固定用部材。

【請求項14】 光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合する光モジュールにおいて、請求項13記載の固定用部材を用いて光学部品或は光ファイバを基板上に固定したことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体光デバイスと光ファイバとの光結合を実現する該デバイスと光ファイバが組み込まれた光モジュール、モジュールにおける光ファイバの高さ調整固定法、この為の固定用部材に関する。

【0002】

【従来技術】従来、例えば、光通信においては、光源・受信器・光増幅器などといった光導波路素子と情報伝達媒体としての光ファイバとを光学的に結合させた光モジュールが用いられている。このようなモジュールにおいては、光導波路と光ファイバの光結合が高効率で行われ、しかも経時変化が少ない様になされることが重要な要件となる。

【0003】この様なモジュールの従来例としては、特開昭64-19311号公報に開示されたものがある。図6は、この公報に開示された方法を説明するため、光ファイバつき半導体レーザ装置の一部を側面方向から見て示した図である。図6において、光ファイバ43は半導体レーザ40の出射端面に対向して配置され、光結合が最適となる位置に調整される。その後、金属融着材料45が加熱されてファイバ固定台44の凹部に流れ込み

凝固することで、光ファイバ43の先端が固定される。金属融着材料45で固定される光ファイバ43の先端部分は金属メッキが施されている。また、ファイバ43が通されたフェールなしスリーブ46は、金属融着材料48でパッケージ50の貫通部47に固定される。尚、42はヒートシンク41を介して半導体レーザ40を支持する半導体レーザ固定台であり、49はフェールなしスリーブ46を支持するベレットである。

【0004】また、図7に示すような別の従来技術においてはレーザ溶接を採用し、固定をより確実なものとしている。光結合には先球加工された光ファイバ58を用いている。光部品には個別なばらつきがあり、光結合の状態を最適にするには先球ファイバ58のフェール部56を中間リング55を介してフェール固定治具54に溶接固定している。これにより、光素子の光導波路位置のばらつきと先球ファイバ58の先球部の突き出し量、先球径に伴う光導波路端面からの変動を吸収して確実な溶接固定を実現していた。即ち、先球ファイバ58は位置調整後、59に示すポイントにおいてレーザ溶接されて固定される。しかし、先球ファイバ58は最適な光結合を示すポイントはただ1点であり、最適点からズレると即光結合の効率が落ちる。そのため溶接時にズレが生じた場合には、フェール56後部にある2次調整治具57によって適切な角度にフェール56の向きを調整し、先球ファイバ58の先端を最適点に持つていく。尚、図7において、51はペルチェ素子、52はステムマウント、53はLDステムウイング、54は、ネジなどでステムマウント52に固定されるフェール固定治具、55は、フェール56と中間リング55のレーザ溶接後にフェール固定治具54に溶接される中間

リングである。

【0005】

【発明が解決しようとしている課題】しかし、図6に示すような従来技術においては、光ファイバ43と光ファイバ固定台44の間に隙間があるため、半田の凝固収縮による光ファイバ43の最適位置からのズレが問題となっていた。この様に、この従来の技術においては、光結合の状態を乱すため、部品間の隙間を原因とする固定時のズレが問題となっていた。

【0006】また、図7に示すような他の従来例のような場合は、固定するフェール56と中間リング55の間、また中間リング55とフェール固定治具54の間には隙間があり、レーザ溶接時にヒートショックで最適位置よりズレてしまうという問題があった。即ち、固定作業中に最適位置に調整した際、各部品は自由に動けるためレーザ溶接のヒートショックによってズレが生じ、その結果としてズレた位置に先球ファイバ58やレンズ等の部品が固定されてしまうといった問題があった。

【0007】以上のような問題点を含みながらも前記従来技術が採用されていた背景には、半導体光デバイスの

光導波路の位置が、光デバイスプロセス中のラッピングの精度や、ダイボンディングの半田の厚みの精度により一定の位置に来るとは限らないという事実があった。

【0008】したがって、本発明が克服しようとする課題は、光ファイバを光デバイスの光導波路に対して最適な位置に調整することが可能で、かつ前記最適な位置からズレることなく固定することを可能とすることである。

【0009】

10 【課題を解決するための手段】本発明の高さ調整固定法は、光素子の光導波路とファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、光導波路の光素子の底面からの高さの偏差に対応する光ファイバ用固定台を複数種用意し、個々の偏差に対応した適切な光ファイバ用固定台を用いることで光ファイバを最適な高さにすることを特徴とする。

20 【0010】また、本発明の光モジュールは、光素子の光導波路とファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、光導波路の光素子の底面からの高さの偏差に対応する適切な光ファイバ用固定台を用いることで光ファイバを最適な高さに固定することを特徴とする。

30 【0011】Vブロックなどの光ファイバ用固定台を用意して光ファイバを隙間なく固定した場合、高さの調整は不可能となってしまう。そこで、隙間なく部品を置いた場合にも最適な位置に光ファイバを固定するために、光素子の光導波路の高さのばらつきに対応するような高さのばらつきを持つスペーサまたはVブロックなどの光ファイバ用固定台を用意し、それぞれの高さを予め測定しておく。そして、光素子の光導波路の高さに対応する高さの光ファイバ用固定台などを組み合わせることにより最適位置に隙間なく光ファイバを支持する。

40 【0012】更に、本発明の他の高さ調整固定法は、光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合するモジュールにおいて、レンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材を用い、該固定用の部材は少なくとも2つの部品から構成され、それぞれの固定用の部品の接触面は基体に対して傾いており、該接触面のすり合わせによって両固定用の部品の関係を規定することで固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さが連続的に変化できることを特徴とする。より具体的には、傾きを持った面に、傾いた方向と平行に矩形形状のガイド溝が形成されており、傾斜面における両固定用の部品の相対的移動はガイド溝に沿って行われたり、傾きを持った面に、傾いた方向と平行にV形状のガイド溝が形成されており、傾斜面における両固定用の部品の相対的移動はV形状ガイド溝に沿って行われたりする。

50 【0013】また、本発明の他の高さ調整固定法は、光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合する光モジュールにおいて、レンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材で、少なくとも2つ

の部品から構成され夫々の固定用の部品の接触面は基体に対して傾いている固定用部材を用意し、基板上で両固定用の部品を水平方向に動かして光学部品或は光ファイバの水平方向の位置を調整し、その後、該調整された水平方向位置において、一方の固定用の部品の水平方向の位置を固定しておいて該接触面をすり合わせることで両固定用の部品の関係を規定して、固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さを連続的に変化させることで、光学部品或は光ファイバの高さ方向の位置を調整することを特徴とする。

【0014】また、本発明の固定用部材は、光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合する光モジュールを構成するレンズ等の光学部品或は光ファイバを保持する為の基体への固定用の部材であって、少なくとも2つの部品から構成され、夫々の固定用の部品の接触面は傾斜面になっており、一方の固定用の部品の水平方向の位置を固定しておいて該接触面をすり合わせることで両固定用の部品の関係を規定して、固定される光学部品或は光ファイバの基体からの高さを連続的に変化させられることを特徴とする。

【0015】また、本発明の他の光モジュールは、光素子の光導波路と光ファイバが光学的に結合する光モジュールにおいて、すぐ上で述べた固定用部材を用いて光学部品或は光ファイバを基板に固定したことを特徴とする。

【0016】ヒートショックによるズレを無くすには溶接作業時に各部品を確実に押さえ、摩擦力によって相対的なズレが起こりにくい状況をつくれれば良い。従って、部品が接触したままで位置を調整することができ、かつ部品同士を押さえてレーザ溶接ができるように、一方の固定用の部品の底辺と固定金具である他方の固定用の部品の上面を斜面で構成する。

【0017】

【実施例1】図1は本実施例の特徴を最もよく表す図面であり、同図において、1はレーザダイオード(LD)、2は先球光ファイバ、3は剛体の光ファイバ用固定台、4はサブキャリア、5は半田、6は光ファイバ2のメタライズ部である。図1において、(a)は側面から見た図、(b)は光軸方向からみた図であり、光ファイバ用固定台3がV溝3aを有していることを示している。

【0018】LD1はサブキャリア4にダイボンディングされている。この時、光ファイバ2が固定される面4aからの光導波路1aの高さは、図2(a)に示すように非接触光プローブ7を用いて計測される。計測点はファイバ2が固定される面4aとLD1の上面であり、その差が求められる。光導波路1aの位置は、LD1の上面から、設計された深さに比べ、誤差 $\pm 0.1\mu\text{m}$ で形成されている。よって、面4aからLD上面までの高さから該設計値の深さを引けば、光プローブ7を用いた系全

体の精度を加味した場合、この値は光導波路1aの高さを直接に計測することと何ら変わらない。

【0019】同様にして、V溝3aを有する光ファイバ用固定台3についても、図2(b)に示すように定盤8からの光ファイバ用固定台3の上部までの高さを測っておく。光ファイバ2の外径は規格により $125\pm 5\mu\text{m}$ と定められているので、光ファイバ用固定台3の高さを測ることで光ファイバ2の光軸高さを推定することが可能である(V溝3aの形状、寸法も分かっているの)で。光軸高さのバラツキを与えるものはウエハのラッピングの誤差であり、現在、目標値に対して $\pm 10\mu\text{m}$ の誤差がある。同様の機械加工によって光ファイバ用固定台3の高さを加工した場合、 $\pm 10\mu\text{m}$ 程度の誤差範囲で、異なる高さで用意することは可能である。両者(光ファイバ2と光ファイバ用固定台3)のばらつきの中から最適な組み合わせを選び、両者をハンドリングして平面内で最適な位置に調整した後、図1に示す様に半田5を用いて両者を固定する。こうして、レーザダイオード1の光導波路1aに対して、最適位置に光ファイバ2を支持することが可能になる。

【0020】

【実施例2】図3は本発明の第2実施例を示す図面であり、同図において、11はLD、12は先球光ファイバ、13は剛体の光ファイバ用固定台、14はサブキャリア、15は半田、19は光ファイバ用の止め金具である。図3において、(b)は光軸方向からみた図であり、光ファイバ用固定台13がV溝13aを有していることを示している。また、止め金具19と光ファイバ用固定台13との固定には、レーザ溶接法が用いられており符号20はそのYAGレーザ光を示している。

【0021】LD11はサブキャリア14にダイボンディングされている。この時、光ファイバ12が固定される面14aからの光導波路11aの高さは、図2(a)に示すように非接触光プローブ7を用いて計測される。計測点は、ファイバ2が固定される面14aとLD11の上面であり、その差が求められる。光導波路11aの位置は、LD11の上面から、設計された深さに比べ、誤差 $\pm 0.1\mu\text{m}$ で形成されているので、LD上面までの高さから該設計値の深さを引けば、その値は、光プローブ7を用いた系全体の精度を加味した場合、光導波路11aの高さを直接に計ることと何ら変わらない。同様にして、V溝13aを有する光ファイバ用固定台13についても、図2(b)に示すように定盤8から光ファイバ用固定台13上部までの高さを測っておく。光ファイバ12の外径は、規格から $125\pm 5\mu\text{m}$ と定められているので、光ファイバ用固定台13の高さを測ることで光ファイバ12の光軸高さを推定することが可能である(V溝13aの形状、寸法も分かっているの)。第1実施例と同様に、両者(光ファイバ12と光ファイバ用固定台13)のばらつきの中から最適な組み合わせを選

び、面内で最適な位置に調整した後、図3に示す様にレーザ溶接20により両者を固定する。

【0022】

【実施例3】図4は本実施例の特徴を最もよく表す図面であり、同図において、(a)は斜視図、(b)、

(c)は側面からの図である。また図4中、21はボールレンズホルダであり、ボールレンズ23が組み込まれている。22は止め金具で、ボールレンズホルダ21が組まれる面は傾斜を持っており、傾きを持った方向にはボールレンズホルダ21が入る溝22aが形成されている。この溝22aに入れることによりボールレンズホルダ21の向きは止め金具22に対して一定の向きになる。ボールレンズ23の位置調整は平面内にあるは両者(ボールレンズホルダ21と止め金具22)を一体で動かして調整する。基板からの高さを調整するには、ボールレンズ23の位置は最適点から動かさないで、ボールレンズホルダ21を水平方向には固定しておいて止め金具22を傾斜が付けられている向きに動かす。このとき、ボールレンズホルダ21の水平方向の位置は変わらないので実効的に止め金具22の厚みが変化し、ボールレンズホルダ21が上下に動いてボールレンズ23の高さが変化する。ボールレンズ23の位置が決まったらボールレンズホルダ21と止め金具22、止め金具22と基板をそれぞれ溶接して固定する。こうして、レーザダイオードなどの光デバイスの光導波路に対して、最適位置にボールレンズ23を支持することが可能になる。

【0023】

【実施例4】図5は本発明の第4実施例であり、同図において、(a)は斜視図、(b)は側面(背面)からの図である。また図5中、31は止め金具Aであり、32の止め金具Bと組み合わせられてV溝38を構成する。33は先球光ファイバである。止め金具A31はV溝38を構成するための斜面31aと止め金具B32と組み合わせられる面31bとからなり、斜面31a、31bと反対側の突起31cは止め金具A31のハンドリングのための突起である。一方、止め金具B32は止め金具A31と組み合わせられる面とV溝を構成する面は共通であり、傾きを持った方向には止め金具A31が入る溝32aが形成されている。この溝32aに止め金具A31を組むことにより、V溝38の向きはの止め金具A、B31、32に対して一定の向きになる。

【0024】V溝38に置かれた先球光ファイバ33の位置調整は平面内にあるは両者(止め金具A、B31、32)を基板上で一体で動かして調整し、基板からの高さを調整するには止め金具A31は水平方向にはそのままに止め金具B32を傾斜が付けられている向きに動かす。止め金具A31の水平方向の位置は変わらないので実効的に止め金具B32の厚みが変化し、V溝38の深さが変化する。先球光ファイバ33の位置が決まっ

たら、止め金具AとB31、32、止め金具B32と基板をそれぞれ溶接して固定する。光ファイバ33は先端に取付けられたフェルール部34において溶接、固定する。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、剛体である適切な高さの光ファイバ用固定台を介して光ファイバが固定されるため、半田の収縮による位置ズレ、またレーザ溶接に伴うヒートショックにも位置ズレが生じることなく確実に光ファイバを固定することができる。

【0026】また、本発明によって光学部品を位置調整して固定する際、光学部品の高さ及び平面での位置を変化させることが可能ながら各固定部品が全くフリーになっていないために、固定作業の衝撃にも光学部品の位置はズレることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施した第1実施例の図であり、

(a)は側面図、(b)は軸方向から見た図である。

【図2】高さ測定の実施方法を説明するための図である。

【図3】本発明を実施した第2実施例の図であり、

(a)は側面図、(b)は軸方向から見た図である。

【図4】本発明を実施した第3実施例の図であり、

(a)は斜視図、(b)、(c)は側面図である。

【図5】本発明を実施した第4実施例の図であり、

(a)は斜視図、(b)は側面図である。

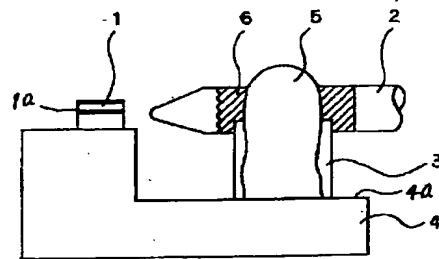
【図6】第1の従来法を示した側面図である。

【図7】第2の従来法を示す組み立て断面図である。

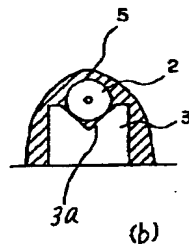
【符号の説明】

- 1, 11 LD
- 11a 光導波路
- 2, 12, 32 光ファイバ
- 3, 13 光ファイバ用固定台
- 3a, 13a, 38 V溝
- 4, 14 サブキャリア
- 4a, 14a ファイバが固定される面
- 5 半田
- 6 金属メッキ部
- 7 光プローブ
- 8 定盤
- 19, 22, 31, 32 止め金具
- 20 YAGレーザ光
- 21 ボールレンズホルダ
- 22a, 32a 溝
- 23 ボールレンズ
- 34 フェルール
- 31a, 31b 斜面
- 31c 突起部

【図1】



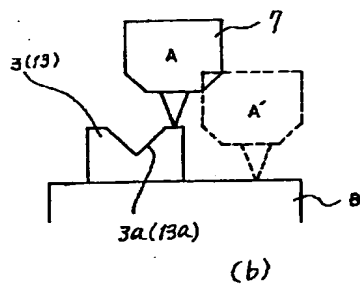
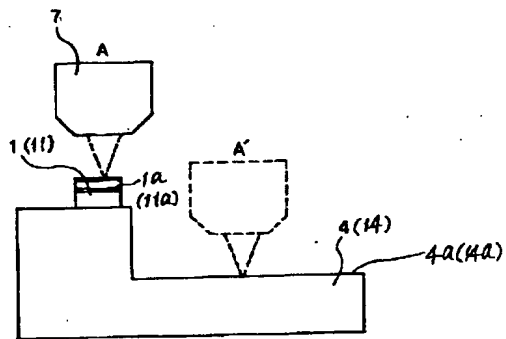
(a)



(b)

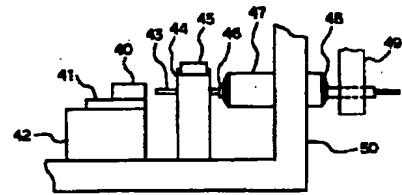
- 1 LD、 2 先端光ファイバ
 3 光ファイバ用固定台
 4 サブキャリア、 5 半田
 6 金属メッキ部

【図2】



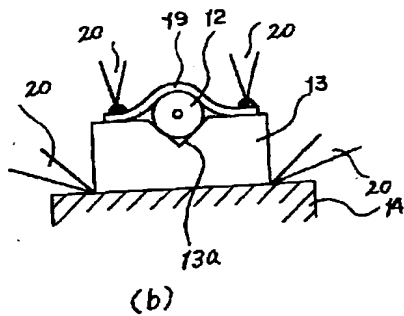
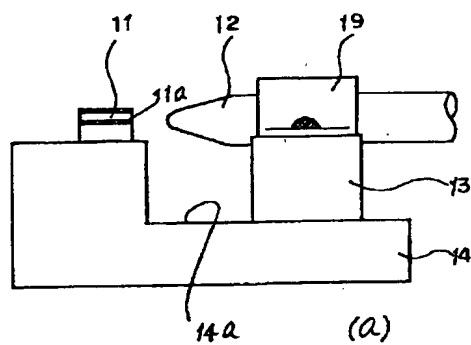
- 7 光プローブ
8 定盤

【図6】



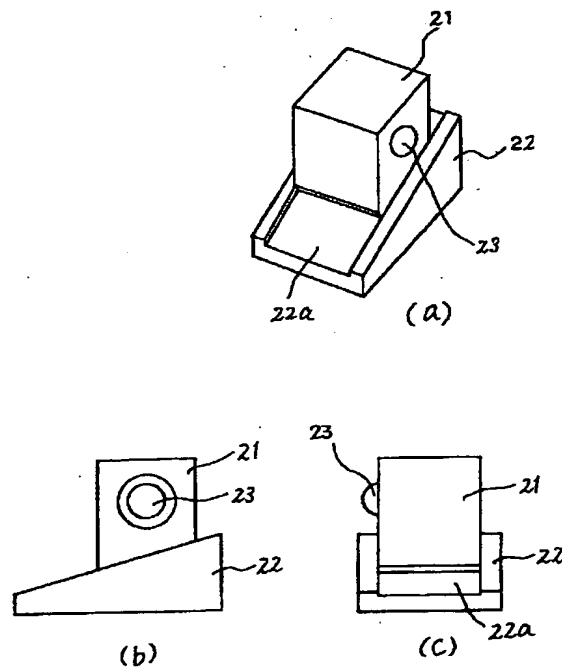
- 40 半導体レーザ、 41 ヒートシンク
42 半導体レーザ固定台
43 光ファイバ
44 光ファイバ固定台
45 金属融着材料のペレット
46 スリーブ、 47 貫通部
48 金属融着材料、 49 ペレット
50 パッケージ

【図3】



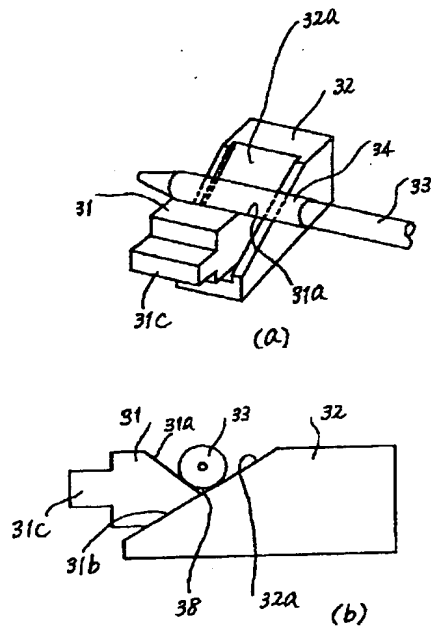
- 19 止め金具
20 YAGレーザー光

【図4】



- 21 ボールレンズホルダ
22 止め金具
23 ボールレンズ

【図5】



- | | |
|-----------|----------|
| 31 止め金具A、 | 32 止め金具B |
| 33 光ファイバ、 | 34 フェルール |

【図7】

